

Analisis Metode Fuzzy Berbasis Arduino Untuk Sistem Deteksi Gejala Kekurangan Oksigen

Ilham Amiluddin

Program Studi Teknik Elektro Universitas Panca Budi, Medan, Indonesia

Email : ilham.amiluddin@gmail.com

Abstract

In everyday life, humans are less aware of the importance of oxygen levels that are inside themselves and do not know the consequences if the level of oxygen percentage in their body does not meet a fairly healthy number. Even if it is ignored continuously it will be able to hypoxia which can interfere with the function of the brain, liver, and other organs quickly. So that in this study a hypoxic early symptom detection tool that uses a noninvasive method using the Max30100 sensor that is clipped to the fingertip can be made to determine the results of the initial symptoms of hypoxia. To detect the initial symptoms of hypoxia in this tool, the Sugeno fuzzy method is used so that output is obtained according to the existing rules. Sugeno fuzzy method will process data taken from the Max30100 sensor. There are 3 hardware devices that are on this device, the Arduino microcontroller as the controller, the Max30100 sensor to get the input and Bluetooth for sending data to the smartphone. Software uses the Arduino IDE to program detection devices and APP inventors to program android applications so they can display data. In this study, the test results were obtained and the results of the test obtained a tool error of 2.96% for oxygen duration and 2.86% for heart rate obtained. From the fuzzy method on 12 data experiments, 100% accuracy was obtained and the Sugeno fuzzy method was able to process the input data properly.

Keyword : Hipoksia, Max30100 , fuzzy , Pulse oxymetri

Abstrak

Didalam kehidupan sehari – hari manusia kurang mengetahui pentingnya kadar oksigen yang ada didalam dirinya dan belum tahu akibatnya jika kadar presentase oksigen dalam tubuhnya tidak memenuhi angka yang cukup sehat . Bahkan jika diabaikan terus menerus maka akan bisa hipoksia yang dapat mengganggu fungsi otak, hati, dan organ lainnya dengan cepat. Sehingga dalam penelitian ini dibuat alat deteksi gejala awal hipoksia yang menggunakan metode *noninvasive* dengan menggunakan sensor Max30100 yang dijepitkan ke ujung jari dapat mengetahui hasil dairi gejala awal hipoksia. Untuk mendeteksi gejala awal hipoksia pada alat ini digunakan metode *fuzzy sugeno* sehingga didapatkan output sesuai rule yang ada. Metode *fuzzy sugeno* akan mengolah data yang diambil dari sensor Max30100. Terdapat 3 hardware yang adapada alat ini, mikrokontroler arduino sebagai kontrolernya ,sensor Max30100 untuk mendapatkan inputannya dan bluetooth untuk pengiriman data ke smartphone. Software menggunakan IDE arduino untuk memprogram alat deteksi dan APP inventor untuk memprogram aplikasi android supaya dapat menampilkan data. Pada peneltian ini mendapat hasil pengujian hasil pengujian deidapatkan error pada alat 2,96% untuk sarturasi oksigen dan 2,86% untuk detakjantung didapatkan. Dari metode *fuzzy* pada 12 percobaan data dibapat akurasi 100% dan metode

Received Desember 27, 2022; Revised Januari 22, 2023; Februari 17, 2023

* Ilham Amiluddin, ilham.amiluddin@gmail.com

fuzzy sugeno dapat mengolah data inputan dengan baik .

Kata kunci : Hipoksia, Max30100 , *fuzzy* , Pulse oxymetri

PENDAHULUAN

Darah adalah sebuah sistem transportasi yang ada pada tubuh manusia yang berguna untuk membawa zat - zat yang dibutuhkan oleh tubuh dan mengedarkannya ke seluruh tubuh. Di antara zat-zat yang terkandung dalam darah juga mempunyai peranan penting dalam pemenuhan oksigen dalam tubuh manusia. Dikarenakan pentingnya pasokan oksigen dalam tubuh manusia maka informasi tentang kadar oksigen dalam darah merupakan hal yang penting untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh. Meskipun beratnya hanya 2 persen dari total berat tubuh, ternyata otak membutuhkan sekitar 20 persen dari kebutuhan oksigen. Otak ternyata sangat rentan terhadap hipoksia. Hanya dalam waktu enam sampai dengan sembilan menit saja otak dalam kondisi hipoksia atau kekurangan oksigen, maka berakibat gangguan otak serius yang bahkan dapat menetap.

Oksimeter termasuk alat kategori non-invasive, artinya oksimeter tidak memerlukan sampel darah yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh. Cara kerjanya mengukur intensitas cahaya LED yang dipaparkan di permukaan kulit jarisetelah melewati kulit dan berinteraksi dengan seldarah merah. Alat ini bertujuan untuk mengukursaturasi oksigen darah dengan observasi absorpsi gelombang optik yang melewati kulit dan berinteraksi dengan seldarah merah. Dengan membandingkan absorpsi cahaya, alat tersebut dapat menentukan persentase H yang disaturasi (Srie, 2003).

MAX30100 adalah pulse oximeter yang terintegrasi dan solusi sensor monitor denyut jantung. menggabungkan dua LED, photodetektor, optik yang dioptimalkan, dan pemrosesan sinyal analog noise rendah untuk mendeteksi oksimetri denyut nadi dan sinyal denyut jantung. Sensor ini akan disambungkan dengan mikrokontroler sebagai pengolahan data sensor. Setelah mendapat akuisisi sensor maka mikrokontroler akan mengolahnya dengan metode *fuzzy* dan mengirimkan data menggunakan Bluetooth sehingga dapat ditampilkan pada aplikasi android. Keluaran dari mikrokontroler ini yaitu sebuah saturasi oksigen detak jantung dan tingkat hipoksianya.

Tinjauan Pustaka

2.1. Hipoksia

Hipoksia adalah suatu kondisi atau keadaan dimana persediaan oksigen tidak mencukupi untuk fungsi kehidupan normal hipoksemia adalah suatu kondisi atau keadaan dimana ada suplai oksigen arterial yang rendah - dalam beberapa publikasi istilah-istilah ini digunakan secara bergantian. Ada berbagai penyebab dan penyebab potensial dari semua jenis hipoksia. Gejala hipoksia dan / atau hipoksemia bisa akut atau kronis dan bervariasi intensitasnya dari ringan sampai berat. Gejala akut yang umum adalah:

Tabel 2.1 Persentase Nilai SpO2

Pembacaan SpO2	Interpretasi
95 -100 %	Normal
91 - 94	Hipoksia Ringan
86 - 90	Hipoksia Sedang
< 85	Hipoksia Berat

Sumber : (Jahan, 2014)

Kemungkinan koma atau kematian Secara umum, hipoksia dan / atau hipoksemia didiagnosis dengan pemeriksaan fisik dan dengan menggunakan pemantau oksigen (pulse oximeters), menentukan tingkat oksigen dalam sampel gas darah dan mungkin termasuk tes fungsi paru (Charles, 2016).

2.1.2. Logika Fuzzy

Menurut Danisman et al (2015) bahwa logika *fuzzy* memetakan satu variabel ruang input atau lebih untuk variabel ruang output. Beberapa komponen dari sebuah *Fuzzy Inference System*, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi adalah proses mengubah variabel non *fuzzy* variabel numerik menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Sistem inferensi bekerja dengan aturan dan input *fuzzy* . Memodifikasi input ‘*crisp*’ menggunakan masukan membership function sehingga dapat digunakan oleh *aturan base* (Danisman et al., 2015).

3. METODOLOGI

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

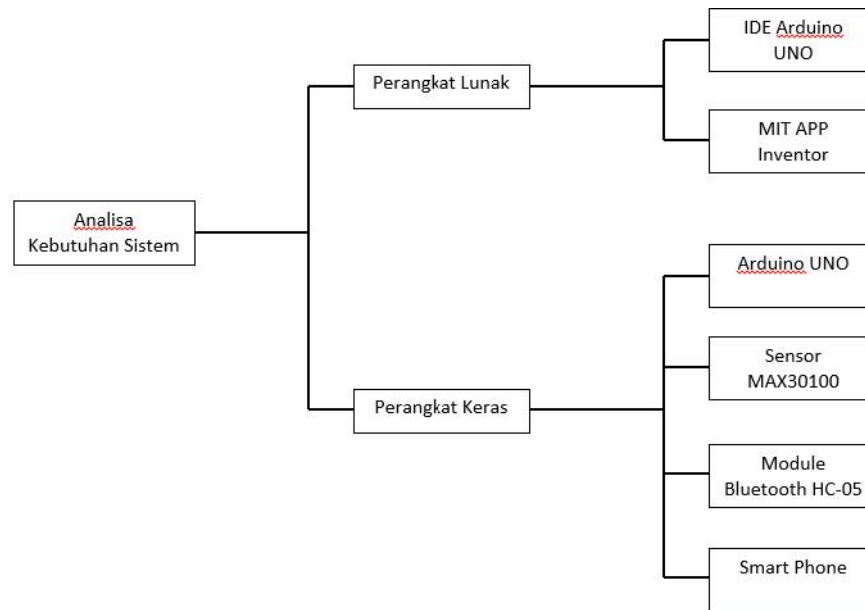
Analisis kebutuhan system meliputi kebutuhan perangkat lunak dan kebutuhan perangkat keras. Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam membangun sistem ini adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat program pada sistem meliputi:

1. Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat program dan dimasukkan ke mikrokontroler yang digunakan.
2. Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengakuisisi data sensor.
3. Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi android.

Sedangkan perangkat keras yang dibutuhkan dalam membangun sistem ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Perangkat keras yang dapat di-*upload* suatu program untuk membaca nilai sensor yang masuk kemudian mengirimkan data tersebut ke komputer untuk dilakukan proses perhitungan logika *fuzzy* .
2. Perangkat keras yang dapat dibaca kemudian menjadi input Mikrokontroler yang digunakan.
3. Perangkat keras yang bisa menampilkan output di mikrokontroler dan sensor.

Analisis kebutuhan sistem dibagi menjadi dua meliputi kebutuhan perangkat lunak dan kebutuhan perangkat keras. Analisis kebutuhan digambarkan pada pohon analisis kebutuhan sistem sebagai berikut:



Gambar 1 Pohon analisa kebutuhan sistem

4. Analisis dan Pembahasan

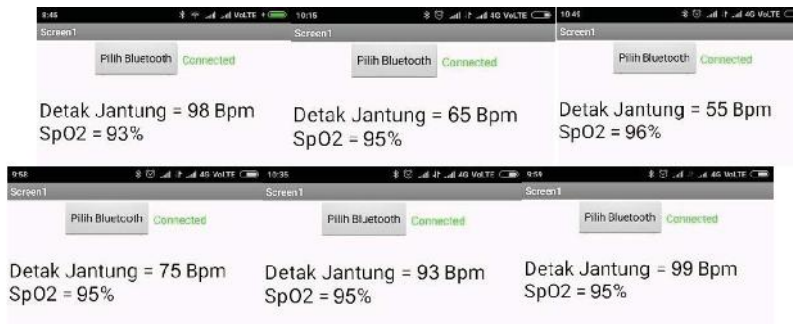
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui hasil implementasi sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Ada beberapa pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian fungsional sistem, pengujian akurasi sensor dan pengujian metode *fuzzy*. Pengujian fungsional sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja fungsi-fungsi utama sistem. Pengujian ini terdiri dari pengujian pembacaan nilai sensor, pengujian pengiriman data sensor dan pengujian metode *fuzzy*. Kemudian hasil dan analisis hasil pengujian juga ditampilkan pada bab ini. Berikut dijelaskan skenario dan hasil pengujian pada masing-masing subbab.

Tabel 1 Hasil Pengujian Data Detak Jantung

Detak nadi	Max30100	Selisih Error	% Error
83 Bpm	86 Bpm	2	2.41%
85 Bpm	82 Bpm	3	3.53%
79 Bpm	77 Bpm	2	2.53%
84 Bpm	79 Bpm	5	5.95%
85 Bpm	86 Bpm	1	1.18%
89 Bpm	91 Bpm	2	2.2%
102 Bpm	104 Bpm	2	1.96%
105 Bpm	102 Bpm	3	2.86%
103 Bpm	101 Bpm	2	1.94%
99 Bpm	103 Bpm	4	4.04%
Rata - Rata %Error		2.6	2.86%

Pada Gambar 1 dan tabel 1 diketahui bahwa data alat yang dibandingkan dengan pengukuran manual mempunyai rata - rata selisih error 2.6 dan presentasi error 2.86 % membuktikan bahwa sensor mempunyai akurasi yang cukup bagus untuk melakukan pengambilan data .

Pengujian data Saturasi Oksigen (SpO2)



Gambar 2 Output SpO2 Max30100

Gambar diatas merupakan output data dari sensor Max30100 yang diambil dari pasien yang berada di ICU Rumah Sakit Lavallette Malang. Data tersebut akan dibandingkan dengan Pulse oxymetri yang digunakan pada Rumah Sakit Lavallette. Data perbandingan data dapat dilihat pada tabel 2. Setelah pengambilan data pasien di Rumah Sakit lavallete maka hasil dari kedua output akan dibandingkan. Perbandingan output akan memperlihatkan berapa presentase error alat yang saya buat dengan pulse oximetry

yang ada padapasien. Hasil dari pengujian data dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3 Hasil Pengujian Data SpO2

Pulse Oxymetry	Max30100	Selisih Error	% Error
91 %	93 %	2	2.20%
96 %	95 %	1	1.04%
100 %	96 %	4	4.00%
100 %	95 %	5	5.00%
99 %	95 %	4	4.04%
98 %	95 %	3	3.1%
98 %	95 %	3	3.06%
97 %	95 %	2	2.06%
92 %	93 %	1	1.09%
100 %	96 %	4	4.00%
Rata - Rata %Error		2.9	2.96%

Prosedur Pengujian

Prosedur untuk melakukan pengujian dilakukan dalam beberapa langkah sebagai berikut:

1. Menyalakan alat deteksi gejala awal hipoksia dengan menekan saklar disamping.
2. Berdirilah pada jarak 3m , 6m, 9m, dan 12m masing-masing dilakukan percobaan selama 5 kali.
3. Buka aplikasi Max30100 dan sambungkan smartphone dengan alat deteksi gejala hipoksia.
4. Mengamati hasil sesuai jarak masing-masing yang telah ditentukan. Apakah bisa terjangkau atau tidak.

Untuk pengujian Bluetooth ini dilakukan 4 kali percobaan dengan jarak yang berbeda. Perbedaan jarak rak masing 3m , 6m , 9m dan 12m, dengan 15m dilakukan 10 kali percobaan untuk menyambungkan Bluetooth pada smartphone dengan alat deteksi hipoksia untuk mengetahui jarak maksimal tingkat keberhasilan dan tingkat *error*-nya.

Tabel 3 Hasil Pengujian Bluetooth Jarak 3m

Pengujian	jarak	Hasil
1	3m	Berhasil
2	3m	Berhasil
3	3m	Berhasil
4	3m	Berhasil
5	3m	Berhasil
6	3m	Berhasil
7	3m	Berhasil
8	3m	Berhasil
9	3m	Berhasil
10	3m	Berhasil
Tingkat Keberhasilan		100%
Tingkat error		0%

Pada Tabel 3 terlihat hasil pengujian dari Bluetooth HC-05 Pada arak 3m. Dalam 10x percobaan pada jarak 3m didapatkan persentase tingkat keberhasilan yaitu 100% dan error 0%. Dapat diketahui Bluetooth HC-05 pada jarak 3m dapat mengirimkan data sensor dengan baik.

Tabel 4 Hasil Pengujian Bluetooth Jarak 6m

Pengujian	jarak	hasil
1	6m	Berhasil
2	6m	Berhasil
3	6m	Berhasil
4	6m	Berhasil
5	6m	Berhasil
6	6m	Berhasil
7	6m	Berhasil
8	6m	Berhasil
9	6m	Berhasil
10	6m	Berhasil
Tingkat Keberhasilan		100%
Tingkat error		0%

Pada Tabel 6.4 terlihat hasil pengujian dari Bluetooth HC-05 Pada arak 6m. Dalam 10x percobaan pada jarak 3m didapatkan persentase tingkat keberhasilan yaitu 100% dan error 0%. Dapat diketahui Bluetooth HC-05 pada jarak 6m dapat mengirimkan data sensor dengan baik sama seperti pada jarak 3m.

Tabel 5 Hasil Pengujian Bluetooth Jarak 9m

Pengujian	Jarak	Hasil
1	9m	Berhasil
2	9m	Berhasil
3	9m	Gagal
4	9m	Berhasil
5	9m	Berhasil
6	9m	Berhasil
7	9m	Berhasil
8	9m	Berhasil
9	9m	Berhasil
10	9m	Gagal
Tingkat Keberhasilan		80%
Tingkat error		20%

Tabel 5 adalah hasil pengujian dari Bluetooth HC-05 Pada jarak 9m. Dalam 10x percobaan pada jarak 9m didapatkan 2 kegagalan dalam menyambungkan bluetooth pada alat presentase sehingga didapat tingkat keberhasilan yaitu 80% dan error 20%. sehingga pada jarak 9m ini tergolong jarak yang cukup baik untuk mengirimkan hasil output.

Tabel 6 Hasil Pengujian Bluetooth Jarak 12m

Pengujian	Jarak	Hasil
1	12m	Gagal
2	12m	Gagal
3	12m	Gagal
4	12m	Gagal
5	12m	Gagal
6	12m	Gagal
7	12m	Gagal
8	12m	Gagal
9	12m	Gagal
10	12m	Gagal
Tingkat Keberhasilan		0%
Tingkat error		100%

Tabel 6 adalah hasil pengujian dari Bluetooth HC-05 Pada arak 12m. Dalam 10x percobaan pada jarak 12m didapatkan hasil tingkat keberhasilan pengiriman 0% dan tingkat error 100%. Pada jarak 12m Bluetooth smartphone tidak dapat terhubung dengan alat sehingga tidak dapat menampilkan output .

Tabel 7 Hasil Pengujian Bluetooth Jarak 15m

Pengujian	Jarak	Hasil
1	15m	Gagal
2	15m	Gagal
3	15m	Gagal
4	15m	Gagal
5	15m	Gagal
6	15m	Gagal
7	15m	Gagal
8	15m	Gagal
9	15m	Gagal
10	15m	Gagal
Tingkat Keberhasilan		0%
Tingkat error		100%

Tabel 7 adalah hasil pengujian dari Bluetooth HC-05 Pada arak 15m. Dalam 10x percobaan pada jarak 15m didapatkan hasil tingkat error 100%. Sama seperti jarak 12m pada jarak 15m Bluetooth smartphone tidak dapat terhubung dengan alat sehingga tidak dapat menampilkan output.

Dari ke 4 hasil pengujian Bluetooth HC-05 pada jarak 3m , 6m, 9m, 12m dan 15m dapat diketahui berapa jarak aman untuk menyambungkan ke smartphone. Jarak yang paling aman untung dapat menyambungkan smartphomeke alat yaitu pada jarak 3m,6m dan 9m.

Tabel 8 Hasil Pengujian Implementasi *fuzzy*

Detak Jantung	Spo2	Hasil Implementasi Pada Alat	Hasil perhitungan Manual	Hasil Penujian
120 Bpm	94 %	Rule [11] Hipoksia Ringan	Rule [11] Hipoksia Ringan	Sesuai
82 Bpm	95 %	Rule [12] Tidak Hipoksia	Rule [12] Tidak Hipoksia	Sesuai
66 Bpm	95 %	Rule [8] Tidak Hipoksia	Rule [8] Tidak Hipoksia	Sesuai
59 Bpm	92 %	Rule [7] Hipoksia Ringan	Rule [7] Hipoksia Ringan	Sesuai
50 Bpm	90 %	Rule [2] Hipoksia Sedang	Rule [2] Hipoksia Sedang	Sesuai
53 Bpm	96 %	Rule [4] Tidak Hipoksia	Rule [4] Tidak Hipoksia	Sesuai
54 Bpm	84 %	Rule [1] Hipoksia Parah	Rule [1] Hipoksia Parah	Sesuai
60 Bpm	83 %	Rule [5] Hipoksia Parah	Rule [5] Hipoksia Parah	Sesuai
65 Bpm	90 %	Rule [6] Hipoksia Sedang	Rule [6] Hipoksia Sedang	Sesuai
57 Bpm	93 %	Rule [7] Hipoksia Ringan	Rule [7] Hipoksia Ringan	Sesuai
101 Bpm	80 %	Rule [9] Hipoksia sedang	Rule [9] Hipoksia sedang	Sesuai
99 Bpm	89 %	Rule [10] Hipoksia Sedang	Rule [10] Hipoksia Sedang	Sesuai
Hasil Akurasi				100 %

Dari data hasil pengujian pada Tabel 6.8 didapatkan bahwa dari 12 pengambilan data di rumah sakit hasil output impementasi dan hasil perhitungan secara manual didapatkan hasil yang sama antara hasil implementasi dengan perhitungan secara manual. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat *error* pada implementasi logika *fuzzy* pada sistem adalah sebesar 0% yang berarti logika *fuzzy* berjalan pada sistem dengan akurasi sebesar 100%.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari tahapan perancangan, implementasi, pengujian serta analisis hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis dapat menarik kesimpulan bahwa :

1. Alat deteksi hipoksia ini mampu mengambil data detak jantung dan saturasi oksigen (SpO₂) secara *non-invasive* yaitu dengan cara menjepitkannya pada ujung jari manusia. Output dapat ditampilkan ke smartphone dengan bantuan Bluetooth. Akuisisi data diolah menggunakan klasifikasi *fuzzy* sehingga akan menghasilkan output gejala hipoksia Berdasarkan hasil penelitian sensor ini hanya mampu mendeteksi sampai 96% tingkat saturasi oksigen.
2. Tingkat akurasi pembacaan sensor Max30100 berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan *pulse oximetry* yang ada pada rumah sakit dan detak nadi mendapatkan hasil detak jantung *error* 2,86% dan SpO₂ *error* 2,96%.
3. Bluetooth hc-05 yang terdapat pada sistem ini mampu melakukan pengiriman data kurang dari 12 m. Pada 10 percobaan jarak 3m, 6m, Bluetooth dapat mengirimkan data dengan tingkat *error* 0% dan pada 9m dengan tingkat *error* 20% dan pada jarak diatas 12 m nilai *error* mencapai 100%.
4. Metode *fuzzy* berhasil diimplementasikan pada alat ini dan sistem dapat berjalan semestinya sehingga mendapatkan output yang diinginkan Sebagaimana dijelaskan pada perancangan sistem dan telah dilakukan pengujian dan didapatkan hasil *error* metode *fuzzy* 0 %.

REFERENSI

- Arduino, 2017. *Arduino Uno REV3*. [Online] Available at: <https://store.arduino.cc> [Accessed 24 Agustus 2017].
- Ari Azhar, K. D. K. W. H. S., 2015. Perancangan Fuzzy Logic Model Sugeno untuk Wall Tracking pada Robot Pemadam Api.
- Charles Patrick Davis, M. P., n.d. *MedicineNet*. [Online] Available at: www.medicinenet.com/hypoxia_and_hypoxemia [Accessed 25 Januari 2018].
- DerSarkissian, C., 2018. *www.webmd.com*. [Online] Available www.webmd.com [Accessed senin Desember 2018].
- Esrat, J., 2014. An Overview On Heart Rate Monitoring and Pulse Oxymeter System. *IEEE*, 3(5), pp. 148-142.
- Febriandika, P., 2018. Implementasi Sistem Notifikasi Keadaan Darurat Berbasis Aplikasi Mobile dan Arduino Mega Menggunakan Metode Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 2, pp. 5317- 5325.
- Hidayat, Y., 2018. Implementasi Algoritma Wall Following Pada Manuver Robot Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 2, pp. 4957 - 4965.
- Intergrated, m., 2014. *MAX30100*, s.l.: s.n.
- Komal Kashish, M. P. P. Y., 2016. Design of Low Power Pulse Oximeter for Early Detection Hypoxemia. *Micro-Electronics and Telecommunication Engineering*, pp.600-605.
- LUMEX, 2017. *www.LUMEX.com*. [Online] [Accessed 2017].
- Nuryanti, V., 2010. Rancangan Bangun Alat Pendeteksi dan Penghitung Jantung Dengan Asas Dopler.
- MAX30100 [Accessed Selasa Desember 2018].
- P madan Mohan, A. N. ., V. n. ., E. S. J. J., 2016. Measurment Of Arterial Oxigen Saturasi SpO2 Using PPG Optical Sensor. *Communication and signal processing*, pp. 1136-1140.
- Salamah, U., 2016. Rancang Bangun Pulse Oximetry Mmgunakan Arduino Sebagai Deteksi Kejenuhan Oksigen. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, Volume VI, pp. 77-82.
- Wan, J., 2017. Reflective type blood oxygen saturation detection system based on MAX30100. pp. 615 - 619 .
- Wohingati, G. W., 2013. Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse sensor Berbasis Arduino. Volume 12, pp. 65-71.
- Ari Azhar, K. D. K. W. H. S., 2015. Perancangan *Fuzzy* Logic Model Sugeno untuk Wall Tracking pada Robot Pemadam Api.